



IFW

**PATENT APPLICATION**  
**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of

Yasukazu TOKUHISA, et al.

Appln. No.: 10/622,457

Confirmation No.: 5223

Filed: July 22, 2003

For: FLOW RATE SENSOR, FLOW RATE MEASURING DEVICE, AND FLOW RATE  
CONTROL DEVICE

Docket No: Q76556

Allowed: September 09, 2004

Group Art Unit: 2855

Examiner: THOMPSON, JEWEL VERGIE

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS**


**MAIL STOP ISSUE FEE**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith are certified copies of the priority documents on which a claim to  
priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to  
acknowledge receipt of said priority documents.

Respectfully submitted,

  
Peter D. Olexy  
Registration No. 24,513

SUGHRUE MION, PLLC  
Telephone: (202) 293-7060  
Facsimile: (202) 293-7860

WASHINGTON OFFICE

**23373**

CUSTOMER NUMBER

Enclosures: Japan 2002-214416  
Japan 2003-096468

Date: October 25, 2004

BEST AVAILABLE COPY

App. = 10/022451  
Inv. Tohoku 21.05.01  
Allowed 9-9-04  
Filing date: 7-21-2003  
ART UNIT 2855

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出 願 年 月 日      2 0 0 2 年   7 月 2 3 日  
Date of Application:

出 願 番 号      特 願 2 0 0 2 - 2 1 4 4 1 6  
Application Number:

ST. 10/C] :      [ J P 2 0 0 2 - 2 1 4 4 1 6 ]

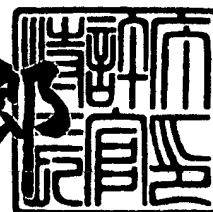
願      人  
Applicant(s):      日立金属株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 3 年   7 月 1 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号   出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 6 2 4 6

【書類名】 特許願

【整理番号】 KW02041

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01F 1/68

【発明者】

    【住所又は居所】 三重県桑名市大福二番地 日立金属株式会社桑名工場内

    【氏名】 徳久 泰一

【特許出願人】

    【識別番号】 000005083

    【氏名又は名称】 日立金属株式会社

    【代表者】 本多 義弘

【代理人】

    【識別番号】 100090125

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 浅井 章弘

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 049906

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9108741

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 流量センサ、流量測定器及び流量制御器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 流体通路のバイパスを並列に設けたセンサ管と、

温度に応じて抵抗値が変化する偶数個の抵抗体を前記センサ管の長さ方向に沿って直列接続して取り付けられて螺旋状に巻いた抵抗体群と、

複数の基準抵抗を直列接続してなり、且つ前記抵抗体群と並列に接続された基準抵抗群と、

前記抵抗体群と前記基準抵抗群とに一定の電流を流す定電流源と、

前記基準抵抗同士の間と前記抵抗体同士の間との間の電位差を求める第 1 の差動回路と、

前記第 1 の差動回路から出力される電位差に基づいて前記流体通路に流れる流体の流量を求める流量決定部と、

を有する流量センサにおいて、

前記偶数個の抵抗体の一部を選択的に短絡させてバイパスするスイッチ手段を有する少なくとも 1 つのバイパス回路と、

前記バイパス回路と前記基準抵抗同士の間との間の電位差を求める少なくとも 1 つの流量域拡大用差動回路と、

前記流量域拡大用差動回路から出力される電位差に基づいて前記流体通路に流れる流体の流量を求める第 2 の流量決定部と、

を備えたことを特徴とする流量センサ。

【請求項 2】 前記抵抗体は 4 つ設けられ、前記基準抵抗は 2 つ設けられると共に、前記バイパス回路は中央に直列接続される 2 つの抵抗体をバイパスすることを特徴とする請求項 1 記載の流量センサ。

【請求項 3】 流体通路のバイパスを迂回するように設けたセンサ管と、

温度に応じて抵抗値が変化する偶数個の抵抗体を前記センサ管の長さ方向に沿って直列接続して取り付けられた抵抗体群と、

複数の基準抵抗を直列接続してなり、且つ前記抵抗体群と並列に接続された基

準抵抗群と、

前記抵抗体群と前記基準抵抗群とに一定の電流を流す定電流源と、

前記基準抵抗同士との接続点と前記抵抗体同士との接続点との間の電位差を求める

第 1 の差動回路と、

前記第 1 の差動回路から出力される電位差に基づいて前記流体通路に流れる流体の流量を求める流量決定部と、

を有する流量センサにおいて、

流量域拡大用の流量域拡大測定手段を有し、

前記流量域拡大測定手段は、

流体を流さないダミーセンサ管と、

温度に応じて抵抗値が変化する 1 つ或いは複数のダミー抵抗体を前記ダミーセンサ管の長さ方向に沿って取り付けしたダミー抵抗体群と、

前記ダミー抵抗体群の下流側と前記抵抗体群の上流側との間に接続され、且つ複数のダミー基準抵抗を直列に接続してなるダミー基準抵抗群と、

前記ダミー基準抵抗群の両端に接続されて一定の電流を流すダミー用定電流源と、

前記抵抗体群と前記ダミー抵抗体群とを選択的に直列に接続するスイッチ手段と、

前記ダミー抵抗体群の入力側と前記ダミー基準抵抗同士との接続点との間の電位差を求める流量域拡大用差動回路と、

前記流量域拡大用差動回路から出力される電位差に基づいて前記流体通路に流れる流体の流量を求める第 3 の流量決定部と、

を備えたことを特徴とする流量センサ。

【請求項 4】 請求項 1 に規定する流量センサと、請求項 3 における流量域拡大測定手段とを備えたことを特徴とする流量センサ。

【請求項 5】 前記抵抗体同士との接続点を選択する第 1 のスイッチと、

前記ダミー基準抵抗同士との接続点を選択する第 2 のスイッチと、

を有することを特徴とする請求項 4 記載の流量センサ。

【請求項 6】 請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の流量センサと、

前記流量センサで得られた流量を表示する表示部とを有することを特徴とする流量測定器。

【請求項 7】 請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の流量センサと、

流体通路に介設した流量制御弁と、

前記流量センサの出力値に基づいて前記流量制御弁の弁開度を制御するアクチュエータと、

を備えたことを特徴とする流量制御器。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ガス等の比較的小流量の流体の流量を計測する流量センサ、流量測定器及び流量制御器に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

一般に、半導体集積回路等の半導体製品等を製造するためには、半導体ウエハ等に対して例えば C V D 成膜やエッチング操作等が種々の半導体製造装置において繰り返し行われるが、この場合に微量の処理ガスの供給量を精度良く制御する必要から例えばマスフローコントローラのような流量制御器が用いられている。

この種の流量制御器は、ガス等の流体の微細な流量（質量流量）を精度良く制御できるのに対して、その精度良く制御できる流量の領域は、広範囲に渡っているのではなく、設計によって製造時に決まってしまう一定の比較的小さい範囲である。例えば 0 ～ 5 s c c m 程度の小流量の領域で精度良く流量制御できるように設計された流量制御器は、例えば 1 0 0 s c c m 程度の大流量の領域では流すことができない。逆に 1 0 0 s c c m 程度の大流量の領域で精度良く流量制御ができるように設計された流量制御器は、5 s c c m 程度の小流量の領域での制御精度が劣化してしまう。

【0 0 0 3】

このため、半導体製造装置におけるガス配管に上記流量制御器を介設する場合には、半導体ウエハを処理する時にその配管に流すべきガス流量に対応した流量

域で制御特性が良好となるように設計された流量制御器が用いられることになる（例えば特開平1-227016号公報、特開平4-366725号公報、特開平4-366726号公報等）。

ここで一般的な流量制御器の構成について、図9及び図10を参照して説明する。図9はガス配管に介設された流量制御器の概略構成図を示し、図10は流量制御器の流量センサを示す回路図である。

#### 【0004】

図示するように、この流量制御器2は、液体や気体等の流体を流す管、例えばガス管4の途中に介設されて、この流量を制御するようになっている。この流量制御器2は、例えばステンレススチール等により成形された流体通路6を有しており、この両端が上記ガス管4に接続される。この流量制御器2は流体通路6の前段側に位置する流量センサ5と後段側に位置する流量制御系7とよりなる。

まず、上記流量センサ5は、上記流体通路6のガス流体の流れ方向の上流側に設けられて大部分の流量を流すためのバイパス8を有している。上記バイパス8の両端側には、これを迂回するようにセンサ管14が接続されており、これにバイパス8と比較して少量のガス流体を一定の比率で流し得るようになっている。このセンサ管14には直列に接続された制御用の一對の抵抗体R1、R4が巻回されており、これに接続されたセンサ回路16により検出値（電位差）Vsを得るようになっている。

#### 【0005】

この検出値Vsは、例えばマイクロコンピュータ等よりなる流量制御部18へ導入されて、上記検出値Vsに基づいて現在流れているガスの流量が求められると共に、その流量が外部より入力される指令値S1に一致するように、上記流体制御系7を制御することになる。

この流体制御系7は、上記流体通路6の下流側に設けられた流量制御弁12を有しており、この流量制御弁12はガス流体の流量を直接的に制御するための弁体として例えばダイヤフラム10を有している。そして、このダイヤフラム10は、例えば積層圧電素子よりなるアクチュエータ20により、その弁開度が調整できるようになっている。このアクチュエータ20は、上記流量制御部18から

の信号を受けて駆動部 22 が出力する駆動信号により動作する。

#### 【0006】

上記抵抗体 R1、R4 とセンサ回路 16 との関係は、図 10 に示されている。すなわち、上記抵抗体 R1、R4 の直列接続に対して、2 つの基準抵抗 R5、R6 の直列接続回路が並列に接続されて、いわゆるブリッジ回路を形成している。そして、このブリッジ回路に、一定の電流を流すための定電流源 24 が接続されている。また、上記抵抗体 R1、R4 同士の接続点と上記基準抵抗 R5、R6 同士の接続点とを入力側に接続して差動回路 26 が設けられており、上記両接続点の電位差を求めて、この電位差を検出値  $V_s$  として出力するようになっている。

#### 【0007】

ここで、上記抵抗体 R1、R4 は、温度に応じてその抵抗値が変化する素材よりなっており、ガスの流れ方向の上流側に抵抗体 R1 が巻回され、下流側に抵抗体 R4 が巻回されている。また、基準抵抗 R5、R6 は略一定の温度に維持されているものとする。

このように構成された流量制御器 2 において、センサ管 14 にガス流体が流れていない場合には、両抵抗体 R1、R4 の温度は同じになっていることから、ブリッジ回路は平衡して差動回路 26 の検出値である電位差は、例えばゼロである。

#### 【0008】

ここで、センサ管 14 にガス流体が流量  $Q$  で流れると仮定すると、このガス流体は上流側に位置する抵抗体 R1 の発熱によって温められてその状態で下流側の抵抗体 R4 が巻回されている位置まで流れることになり、この結果、熱の移動が生じて抵抗体 R1、R4 間に温度差、すなわち両抵抗体 R1、R4 間の抵抗値に差が生じて、この時発生する電位差はガスの流量に略比例することになる。従って、この検出値  $V_s$  に所定のゲインをかけることによってその時のガス流量を求めることができる。また、この検出されたガス流量が、指令値  $S_1$ （実際は電圧値）で表されるガス流量と一致するように、上記流量制御弁 12 の弁開度が制御されることになる。

#### 【0009】



また、ガス流量と検出値である電位差との関係は、最初は比例的に直線性に優れているので流量制御に使用できる領域であるが、電位差が大きくなるに従って、飽和して流量制御に使用できない領域となってしまうので、検出値  $V_s$  にかかるゲインの値や使用する抵抗体  $R_1$ 、 $R_4$  の抵抗値等を種々変更した流量制御器を多種類作成することにより、適正にガス流量を測定できる領域や範囲が異なった流量制御器を多種類用意している。

#### 【0010】

次に、上述のように構成された流量制御器を設けた半導体製造装置の一例について、図11を参照して説明する。ここでは、同一ガス種を異なる流量で供給する場合を例にとって説明する。

図示するように、この半導体製造装置は、例えば真空引き可能になされた処理チャンバ30を有しており、これにはガス管4を介して1つのガス源32が接続されている。そして、このガス管4は、途中で2つの別ルートのガス管4A、4Bに並列に分かれており、各ガス管4A、4Bに、それぞれ流量制御器2A、2B及び開閉弁34、36を介設している。そして、例えばマイクロコンピュータ等よりなる装置制御部38からの指令により、上記流量制御器2A、2Bを選択的に動作させるようになっている。例えば上記一方の流量制御器2Aは、大流量用に設定されており、また、他方の流量制御器2Bは小流量用に設定されていることから、図12に示すように、処理の最初に大流量のガスを流し、その後、小流量のガスを流すような制御を必要とする場合には、最初に大流量用の流量制御器2Aを動作させ、その後、小流量用の流量制御器2Bを動作させるように制御が行われる。

#### 【0011】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述のような構成の流量制御器にあつては、図11及び図12において説明したように、同一ガス種を流量が大きく異なる領域で供給しなければならない時には、各ガス流量の使用領域に対応させて作成された複数の流量制御器2A、2Bを用いなければならず、その分、設備コストが増大してしまうのみならず、また、異なる流量域の流量制御器を増設しようとした場合には、それなり

の空間が必要となるために増設が難しい、といった問題があった。

また、図 11 に示すガス管 4 の配設構造では、ガス流量を切り替える時には、開閉弁 34、36 の開閉切り替え動作を行うが、この際、ガスの急激な流れの停止や急激な流れの開始等が生ずることを防止するために、弁の開閉切り替え操作にある程度の時間を要してしまい、この結果、ウエハの処理時間が長くなってスループットを低下させる原因にもなっていた。

#### 【0012】

本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。

本発明の目的は、流体の流量を精度良く検出できる領域を拡大することができる流量センサ及び流量測定器を提供することにある。

また、本発明の他の目的は、流体の流量を精度良く制御できる領域を拡大することができる流量制御器を提供することにある。

#### 【0013】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項 1 に係る発明は、流体通路のバイパスを並列に設けたセンサ管と、温度に応じて抵抗値が変化する偶数個の抵抗体を前記センサ管の長さ方向に沿って直列接続して取り付けられて螺旋状に巻いた抵抗体群と、複数の基準抵抗を直列接続してなり、且つ前記抵抗体群と並列に接続された基準抵抗群と、前記抵抗体群と前記基準抵抗群とに一定の電流を流す定電流源と、前記基準抵抗同士の間と前記抵抗体同士の間とを接続する第 1 の差動回路と、前記第 1 の差動回路から出力される電位差に基づいて前記流体通路に流れる流体の流量を求める流量決定部と、を有する流量センサにおいて、前記偶数個の抵抗体の一部を選択的に短絡させてバイパスするスイッチ手段を有する少なくとも 1 つのバイパス回路と、前記バイパス回路と前記基準抵抗同士の間とを接続する第 2 の差動回路と、前記第 2 の差動回路から出力される電位差に基づいて前記流体通路に流れる流体の流量を求める第 2 の流量決定部と、を備えたことを特徴とする流量センサである。

#### 【0014】

この場合、例えば請求項 2 に規定するように、前記抗体は 4 つ設けられ、前記基準抵抗は 2 つ設けられると共に、前記バイパス回路は中央に直列接続される 2 つの抗体をバイパスする。

請求項 3 に係る発明は、流体通路のバイパスを迂回するように設けたセンサ管と、温度に応じて抵抗値が変化する偶数個の抗体を前記センサ管の長さ方向に沿って直列接続して取り付けられた抗体群と、複数の基準抵抗を直列接続してなり、且つ前記抗体群と並列に接続された基準抵抗群と、前記抗体群と前記基準抵抗群とに一定の電流を流す定電流源と、前記基準抵抗同士の接続点と前記抗体同士の接続点との間の電位差を求める第 1 の差動回路と、前記第 1 の差動回路から出力される電位差に基づいて前記流体通路に流れる流体の流量を求める流量決定部と、を有する流量センサにおいて、流量域拡大用の流量域拡大測定手段を有し、前記流量域拡大測定手段は、流体を流さないダミーセンサ管と、温度に応じて抵抗値が変化する 1 つ或いは複数のダミー抵抗を前記ダミーセンサ管の長さ方向に沿って取り付けられたダミー抵抗群と、前記ダミー抵抗群の下流側と前記抗体群の上流側との間に接続され、且つ複数のダミー基準抵抗を直列に接続してなるダミー基準抵抗群と、前記ダミー基準抵抗群の両端に接続されて一定の電流を流すダミー用定電流源と、前記抗体群と前記ダミー抵抗群とを選択的に直列に接続するスイッチ手段と、前記ダミー抵抗群の入力側と前記ダミー基準抵抗同士の接続点との間の電位差を求める流量域拡大用差動回路と、前記流量域拡大用差動回路から出力される電位差に基づいて前記流体通路に流れる流体の流量を求める第 3 の流量決定部と、を備えたことを特徴とする流量センサである。

#### 【0015】

請求項 4 に係る発明は、請求項 1 に規定する流量センサと、請求項 3 における流量域拡大測定手段とを備えたことを特徴とする流量センサである。

この場合、例えば請求項 5 に規定するように、前記抗体同士の接続点を選択する第 1 のスイッチと、前記ダミー基準抵抗同士の接続点を選択する第 2 のスイッチと、を有する。

請求項 6 に係る発明は、上記流量センサを用いた流量測定器であり、すなわち

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の流量センサと、前記流量センサで得られた流量を表示する表示部とを有することを特徴とする流量測定器である。

請求項 7 に係る発明は、上記流量センサを用いた流量制御器であり、すなわち請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の流量センサと、流体通路に介設した流量制御弁と、前記流量センサの出力値に基づいて前記流量制御弁の弁開度を制御するアクチュエータと、を備えたことを特徴とする流量制御器である。

#### 【0016】

##### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明に係る流量センサ、流量測定器及び流量制御器の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

図 1 は本発明の流量センサの第 1 実施例の要部を示す回路構成図である。尚、図 9 及び図 10 に示す構成部分と同一部分については同一符号を付して説明する。

この流量センサ 40 は、図 9 に示す流量制御器 2 に設けた流量センサ 5 の部分に対応する構成部分であり、この図 1 では流体通路 6 とこれに介設されているバイパス 8 の記載は省略している。

#### 【0017】

図示するように、ここでは例えばステンレススチール製の細いパイプよりなるセンサ管 14 には、温度に応じ抵抗値が変化する偶数個、図示例では 4 個の抵抗体 R1、R2、R3、R4 をこの順序で直列接続してなる抵抗体群 42 がセンサ管 14 の長さ方向に沿って巻き付けられている。この場合、抵抗体 R1 が最も上流側に位置されている。

また、上記抵抗体群 42 には、複数、図示例では 2 個の基準抵抗 R5、R6 を直列接続してなる基準抵抗群 44 が並列に接続されている。尚、ここでは発明の理解を容易にするために、室温における抵抗体 R1～R4 及び基準抵抗 R5、R6 の各抵抗値は同一であるとする。

#### 【0018】

そして、上記抵抗体群 42 と基準抵抗群 44 には、一定の電流を流すための定電流源 24 が接続されている。また、上記中央の 2 つの抵抗体 R2、R3 同士の

接続点と、上記基準抵抗  $R_5$ 、 $R_6$  同士の接続点とからそれぞれ電圧を取って両電圧を比較する第 1 の差動回路 4 6 が設けられており、両接続点の電位差  $V_{s2}$  を得るようになっている。

また、上記上流側の 2 つの抵抗体  $R_1$ 、 $R_2$  同士の接続点と、下流側の 2 つの抵抗体  $R_3$ 、 $R_4$  同士の接続点とを連絡して短絡できるようにバイパス回路 4 8 が設けられる。具体的には、このバイパス回路 4 8 は、途中に開閉できるスイッチ手段 5 0 を介してなる配線ライン 5 2 よりなり、必要に応じて上記スイッチ手段 5 0 を開閉することにより、短絡させて上記最上流の抵抗体  $R_1$  と最下流の抵抗体  $R_4$  とを直接的に接続した状態を実現できるようになっている。尚、この短絡時の抵抗体の接続は図 9 に示す場合と同じになる。

#### 【0019】

そして、上記バイパス回路 4 8 と上記基準抵抗  $R_5$ 、 $R_6$  同士の接続点とからそれぞれ電圧を取って両電圧を比較する流量域拡大用差動回路 5 4 が設けられており、両電圧の電位差  $V_{s1}$  を得るようになっている。

そして、上記両差動回路 4 6、5 4 の出力である電位差  $V_{s2}$ 、 $V_{s1}$  は、出力切替スイッチ 5 6 により切り替えて選択的に出力可能になっている。尚、ここまでの構成は、図 9 中のセンサ回路 1 6 に対応するものである。

#### 【0020】

次に、上記出力切替スイッチ 5 6 の出力は、上記出力切替スイッチ 5 6 と同期して切り替わるゲイン選択スイッチ 5 8 に入力され、測定すべき流量域に対応したゲインを入力信号にかけるゲイン器（第 1 の流量決定部）6 0 A とゲイン器（第 2 の流量決定部）6 0 B とを選択し得るようになっている。そして、上記入力される電位差に各ゲイン器 6 0 A、6 0 B のゲインをかけることにより、ガス流体の流量値を求めるようになっている。

このように、出力されてくる電位差にかけるゲインを異ならせることにより、異なる流量域で精度の良いガス流量の測定を可能にしている。

そして、上記スイッチ手段 5 0 及び各スイッチ 5 6、5 8 の制御は、このセンサ全体の動作を制御する例えばマイクロコンピュータ等よりなるセンサ制御部 6 2 により行われる。

## 【0021】

次に、図2に示すグラフも参照して、上記センサの動作について説明する。図2は第1実施例のガス流量とセンサ出力電圧（電位差）との関係を示すグラフである。尚、後述する各実施例も含み、各スイッチに付されている①～④は、それぞれ同じ数字同士の側に同期して切り替わるところを意味する。

## &lt;小流量域&gt;

まず、ガス流量の小流量域（例えば0～5 s c c m程度の範囲内）について流量の検出を行う場合について説明する。

この場合には、バイパス回路48のスイッチ手段50を閉じ、出力切替スイッチ56及びゲイン選択スイッチ58を共に①側に切り替える。従って、上記スイッチ手段50を閉じることによって、抵抗体R2、R3には電流が流れず、抵抗体R1、R4に定電流が流れる。尚、基準抵抗R5、R6には定電流が流れているのは勿論である。

## 【0022】

従って、この時の回路状態は、図9にて説明したと同じ回路構成になっており、抵抗体R1、R4同士の接続点と基準抵抗R5、R6同士の接続点との電圧が流量域拡大用差動回路54にて比較され、その電位差が検出値 $V_{s1}$ として出力される。そして、この検出値 $V_{s1}$ にゲイン器60Aにて所定のゲインをかけることによりその時のガス流体の流量値が求められることになる。この時のガス流量とセンサ出力（電位差）との関係は図2中において曲線Aにて示されている。この曲線Aはガス流量がゼロから増加する時はセンサ出力に対して直線性が良好に略比例的に増加しており、途中からセンサ出力は飽和状態へ移行している。この場合、特性の直線性が特に良好な範囲は、曲線Aの前半側であり、ガス流量の一例としては例えば0～5 s c c m程度の範囲内である。従って、ガス流量が0～5 s c c mの範囲をフルスケールとしてガス流量を計測することにより、この流量域にてガス流量を精度良く計測することが可能となる。

## 【0023】

## &lt;中流量域&gt;

次に、ガス流量の中流量域（例えば5～10 s c c m）について流量の検出を

行う場合について説明する。

この場合には、バイパス回路 48 のスイッチ手段 50 を開き、出力切替スイッチ 56 及びゲイン選択スイッチ 58 を共に②側に切り替える。従って、上記スイッチ手段 50 を開くことによって、全ての抵抗体 R1、R2、R3、R4 に定電流が流れる。尚、基準抵抗 R5、R6 には定電流が流れているのは勿論である。

#### 【0024】

従って、この時の各スイッチの状態は、図 1 中において実線で示された状態になっており、抵抗体 R2、R3 間の接続点と基準抵抗 R5、R6 間の接続点の電圧が第 1 の差動回路 46 にて比較され、その電位差が検出値  $V_{s2}$  として出力される。そして、この検出値  $V_{s2}$  にゲイン器 60B にて所定のゲインをかけることによりその時のガス流体の流量値が求められることになる。この時のガス流量とセンサ出力（電位差）との関係は図 2 中において曲線 B にて示されている。この曲線 B は、先の曲線 A の場合よりも全体的に出力が大きくなって、ガス流量がゼロから増加する時はセンサ出力に対して直線性が良好に略比例的に増加しており、途中からセンサ出力は飽和状態へ移行している。この場合、特性の直線性が特に良好な範囲は、曲線 B の前半側から中央部程度まであり、ガス流量の一例としては例えば 0～10 sccm 程度の範囲内である。従って、ガス流量が 0～10 sccm の範囲をフルスケールとしてガス流量を計測することにより、この流量域にてガス流量を精度良く計測することが可能となる。

#### 【0025】

ただし、この場合、0～5 sccm の範囲内は、上記曲線 A に基づくガス流量の計測を行った方がより精度の高いガス流量の検出を行うことができる。

このように、4 つの抵抗体 R1～R4 の全てに定電流を流すことにより、この部分での発熱量が抵抗体が 2 つの場合よりも全体としての発熱量が大きくなり、このためにガス流量が拡大された領域についてもガス流量を精度良く検出乃至測定することが可能となる。従って、ガス流量が大幅に異なるような複数の処理を行う場合にも、ガス流量を迅速に異ならせることができ、処理の迅速化を図ることができる。

#### 【0026】

また、必要に応じて複数の抵抗体 R 1 ~ R 4 の内の一部の抵抗体を検出用の抵抗体として使用しないことにより、少ない流量域においてもガス流量を精度良く検出乃至測定することが可能となる。

尚、ここでは 4 つの抵抗体 R 1 ~ R 4 を設けた場合を例にとって説明したが、これに限定されず、更に多くの偶数個の抵抗体を直列に接続して、上述したと同様な切り替え操作を行うことにより、更に広い流量域に亘ってガス流量を精度良く検出できるようにしてもよい。

#### 【0027】

##### <第 2 実施例>

次に、本発明の第 2 実施例について説明する。

図 3 は本発明の流量センサの第 2 実施例の要部を示す回路構成図である。尚、図 1、図 9、図 10 に示す構成部分と同一部分については同一符号を付して説明を省略する。

ここでは、図 10 に示す従来の流量センサに加えて流量域拡大測定手段 62 を設けている。なすわち、図中左側に示す従来の流量センサは、センサ管 14 に巻回される抵抗体 R 1、R 4 の直列接続よりなる抵抗体群 64 と、基準抵抗 R 5、R 6 よりなる基準抵抗群 44（図 1 参照）と、定電流源 24、差動回路 26 を有している。

#### 【0028】

これに対して、上記流量域拡大測定手段 62 は、例えばセンサ管 14 と同じ構造のダミーセンサ管 66 を有しており、このダミー管 66 には全く流体を流通させないようにしている。

そして、このダミーセンサ管 66 には、ダミー抵抗体群 68 が上記ダミーセンサ管 66 の長さ方向に沿って取り付けられている。ここではダミー抵抗体群 68 は、温度に応じて抵抗値が変化する 1 つ、或いは複数の、図示例では 2 つのダミー抵抗体 R 1'、R 4' をこの順序で直列接続して構成されている。尚、このダミー抵抗体 R 1'、R 4' を全体として抵抗値が同じ 1 つのダミー抵抗体でおきかえてもよい。

#### 【0029】



そして、上記抵抗体群 64 の上流側と上記ダミー抵抗体群 68 の下流側との間を、複数、図示例では 2 つのダミー基準抵抗  $R_7$ 、 $R_8$  をこの順序で直列接続してなるダミー基準抵抗群 70 により接続している。ここで、発明の理解を容易にするために上記各抵抗体  $R_1$ 、 $R_4$ 、 $R_1'$ 、 $R_4'$  は室温で全て同一抵抗値のものをを用い、抵抗  $R_7$ 、 $R_8$  も同一抵抗値のものをを用いるものとする。上記ダミー基準抵抗群 70 の両端には、一定の電流を流すためのダミー用定電流源 72 が接続されている。また、上記ダミー抵抗体群 68 の入力側と上記ダミー基準抵抗  $R_7$ 、 $R_8$  同士の接続点の電圧を取って両者の比較を行う流量域拡大差動回路 74 が接続されており、ここで上記両電圧の電位差  $V_{s3}$  を得るようになっている。

### 【0030】

また、上記抵抗体群 64 と上記ダミー抵抗体群 68 との間には、両者を選択的に直列に接続するスイッチ手段 76 が接続されている。具体的には、このスイッチ手段 76 は、上記抵抗体群 64 の出力側に設けられ、このラインを開閉する第 1 の切替スイッチ 76A と、上記ダミー抵抗体群 68 の入力側に接続されて、上記第 1 の切替スイッチ 76A の出力側と、一端が上記ダミー基準抵抗群 70 の入力側に接続された緩衝抵抗  $R_a$  との間で切り替えを行う第 2 の切替スイッチ 76B とにより構成されている。これにより、両スイッチ 76A、76B を共に③側に切り替えて上記抵抗体群 64 と上記ダミー抵抗体群 68 とを直列接続した時には、上記各抵抗体群 64、68 と、両ダミー基準抵抗  $R_7$ 、 $R_8$  とでブリッジ回路を形成し得るようになっている。そして、上記両差動回路 26、74 の出力側には、図 1 にて説明したと同様に、出力切替スイッチ 56、ゲイン選択スイッチ 58 が設けられると共に、ゲイン器 60A 及び第 3 の流量決定部としてのゲイン器 60C から選択できるようになっている。

ここで上記各スイッチ 56、58、76A、76B の動作には、このセンサ全体を制御するセンサ制御部 62 により行われる。

### 【0031】

次に、図 4 に示すグラフも参照して上記センサの動作について説明する。

図 4 は第 2 実施例のガス流量とセンサ出力電圧（電位差）との関係を示すグラ

フであり、図 4 (A) は小流量域のグラフを示し、図 4 (B) は中流量域から大流量域のグラフを示す。

#### <小流量域>

まず、ガス流量の小流量域（例えば 0 ～ 5 s c c m 程度の範囲内）について流量の検出を行う場合について説明する。

この場合には、スイッチ手段 7 6 の第 1 の切替スイッチ 7 6 A、第 2 の切替スイッチ 7 6 B 及び出力切替スイッチ 5 6、ゲイン選択スイッチ 5 8 は、共に①側に切り替えておく。これにより、抵抗体群 6 4 の各抵抗体 R 1、R 4 及び基準抵抗群 4 4 の各基準抵抗 R 5、R 6 には定電流源 2 4 によってそれぞれ一定の電流が流れている。この時の回路構成は、図 9 に示す従来のセンサと同じである。

#### 【0 0 3 2】

また、この時、ダミー抵抗体群 6 8 の両ダミー抵抗体 R 1'、R 4' 及びダミー抵抗群 7 0 のダミー基準抵抗 R 7、R 8 にもダミー用定電流源 7 2 によって一定の定電流が流されて測定準備のために加温されてはいるが、ここでは流量測定には用いられない。

この時のガス流量とセンサ出力との関係は、図 4 (A) に示す曲線 A のように表され、これは図 2 中の曲線 A と同じ特性曲線となる。従って、これにより、例えば 0 ～ 5 s c c m 程度の小流量域においてガス流量を精度良く測定することが可能となる。

#### 【0 0 3 3】

#### <中流量域～大流量域>

次に、ガス流量の中流量域～大流量域（例えば 1 0 ～ 5 0 s c c m 程度の範囲内）について流量の検出を行う場合について説明する。

この場合には、スイッチ手段 7 6 の第 1 の切替スイッチ 7 6 A、第 2 の切替スイッチ 7 6 B 及び出力切替スイッチ 5 6、ゲイン選択スイッチ 5 8 は、共に③側に切り替えておく。これにより、抵抗体群 6 4 とダミー抵抗体群 6 8 とは直列接続され、従って、各抵抗体 R 1、R 4 及びダミー抵抗体 R 1'、R 4' にはダミー用定電流源 7 2 によって一定の定電流が流されることになる。

#### 【0 0 3 4】

そして、抵抗体 R 4 とダミー抵抗体 R 1' との接続点と、両ダミー基準抵抗 R 7、R 8 同士の接続点との電位差  $V_{s3}$  が流量域拡大差動回路 7 4 にて得られ、これにゲイン器 6 0 C のゲインをかけることによって流量値が求められる。尚、センサ管 1 4 にガス流体が流れてもダミーセンサ管 6 6 にはガス流体が流れないのは前述した通りである。この時のガス流量とセンサ出力（電位差）との関係は図 4（B）に曲線 C として示されている。

#### 【0035】

このグラフから明らかなように、ガス流量が大きくなるに従って、センサ出力は一方向へ次第に大きくなっている。この場合、曲線 C に示すようにガス流量が流れ始めた当初は特性曲線の直線性はそれ程良好ではないが、その後、特性曲線の直線性がかなり良好な状態が続いており、そして、更にガス流量が増加するとセンサ出力は略飽和してしまう。従って、特に特性曲線の直線性が良好な範囲は、図示例の場合は 10～50 sccm 程度の中流量域から大流量域にかけての範囲内であり、この領域においてガス流量を高い精度で測定できることが可能となる。

#### 【0036】

尚、上記第 2 実施例の変形例として図 5 に示すように構成してもよい。図 5 中において、図 3 中に示す部分と同一構成部分については同一参照符号を付してその説明を省略する。また、差動回路 2 6 及び流量拡大用差動回路 7 4 以降の回路構成の記載は省略している。

ここでは、第 1 の切替スイッチ 7 6 A で定電流源 2 4 側と流量拡大用差動回路 7 4 側との間を直接的に切り替えるようにしている。そして、開閉スイッチ 7 6 C を上記緩衝抵抗 R a に対して直列接続して、これを更に流量拡大用差動回路 7 4 側中に直接的に接続している。一方、センサ管 1 4 の最上流側の抵抗体 R 1 と電流入力側に第 2 の切替スイッチ 7 6 B を設けて、ここで基準抵抗 R 5 及び定電流源 2 4 側と、緩衝抵抗 R a、ダミー基準抵抗 R 7 及びダミー用定電流源 7 2 側とを切替えるようになっている。また、定電流源 2 4 に、保護抵抗 R d と開閉スイッチ 7 6 D とよりなる直列回路を並列に接続している。

#### 【0037】

上記開閉スイッチ 76 C は、図中の①印で閉じられ、③印で開かれる。逆に、上記開閉スイッチ 76 D は、図中の①印で開かれ、③印で閉じられる。ここで、第 1 及び第 2 の切替スイッチ 76 A、76 B が③印側に接触している時、この開閉スイッチ 76 D を③印側にしてスイッチ ON とする。これにより、保護抵抗  $R_d$  に電流を流して基準抵抗  $R_5$ 、 $R_6$  に過大な電流が流れるのを防止してこの抵抗を保護するようになっている。

他の第 1 及び第 2 の切替スイッチ 76 A、76 B の切り替えは、①印及び③印で示され、図 3 において説明したと同様の操作で切り替えが行われる。この変形例の場合にも、図 3 において説明した場合と同様に動作することになる。

### 【0038】

#### <第 3 実施例>

次に、本発明の第 3 実施例について説明する。

図 6 は本発明の流量センサの第 3 実施例の要部を示す回路構成図である。尚、図 1 及び図 2 に示す構成部分と同一部分については同一符号を付してその説明を省略する。

この第 3 実施例では、前記第 1 実施例と第 2 実施例とを結合して組み合わせたものであり、そして、抵抗体として 4 つの抵抗体  $R_1 \sim R_4$  を用いていることから、これに対応させて、それぞれ同じ抵抗値の 4 つのダミー抵抗体  $R_1'$ 、 $R_2'$ 、 $R_3'$ 、 $R_4'$  を直列接続してダミー抵抗体群 68 として用いている。尚、経時変化等を同様に生ぜしめて検出誤差を極力抑制するためには、上述のように 4 つの抵抗体  $R_1 \sim R_4$  に対して同様な構造の 4 つのダミー抵抗体  $R_1' \sim R_4'$  を用いるのがよいが、これに限定されず、例えばこの 4 つのダミー抵抗体  $R_1' \sim R_4'$  と全体としての抵抗が同じ 1 つのダミー抵抗体を上記 4 つのダミー抵抗体  $R_1' \sim R_4'$  に代えて用いるようにしてもよい。

また、ここでは 3 つの流量域に対して切り替えが可能なことから、出力切替スイッチ 56、ゲイン選択スイッチ 58 としては、3 点の選択可能な 3 点スイッチが用いられている。尚、この 3 点スイッチはセンサ制御部 62 により切り替え可能になされているのは勿論であり、実際にはコンピュータにてソフトウェア的に切り替え操作が行われる。

## 【0039】

次に、図7に示すグラフも参照して上記センサの動作について説明する。

図7は第3実施例のガス流量とセンサ出力電圧（電位差）との関係を示すグラフであり、図7（A）は小流量域及び中流量域のグラフを示し、図7（B）は大流量域のグラフを示す。

## &lt;小流量域&gt;

まず、ガス流量の小流量域（例えば0～5 s c c m程度の範囲内）について流量の検出を行う場合について説明する。

この場合には、スイッチ手段50を閉状態とし、スイッチ手段76の第1の切替スイッチ76A、第2の切替スイッチ76B及び出力切替スイッチ56、ゲイン選択スイッチ58は、共に①側に切り替えておく。これにより、抵抗体R1、R4を用いた流量測定を行うことができ、この時のガス流量とセンサ出力との関係は、図7（A）に示す曲線Aのように表され、これは図2中の曲線Aと同じ特性曲線となる。従って、これにより、例えば0～5 s c c m程度の小流量域においてガス流量を精度良く測定することが可能となる。

## 【0040】

## &lt;中流量域&gt;

中流量域の測定の場合には、スイッチ手段50を開状態に切り替えると共に、出力切替スイッチ56及びゲイン選択スイッチ58を共に②側へ切り替え、これに対して、第1の切替スイッチ76A、第2の切替スイッチ76Bは共に①側にしておく。

これにより、抵抗体R1、R2、R3、R4を用いた流量測定を行うことができ、この時のガス流量とセンサ出力との関係は、図7（A）に示す曲線Bのように表され、これは図2中の曲線Bと同じ特性曲線となる。従って、これにより、例えば5～10 s c c m程度の中流量域においてガス流量を精度良く測定することが可能となる。

## 【0041】

## &lt;大流量域&gt;

大流量域の測定の場合には、スイッチ手段50を開状態に維持すると共に、第

1 の切替スイッチ 7 6 A、第 2 の切替スイッチ 7 6 B、出力切替スイッチ 5 6 及びゲイン選択スイッチ 5 8 を共に③側へ切り替える。

これにより、抵抗体 R 1、R 2、R 3、R 4 及びダミー抵抗体 R 1' ~ R 4' を用いた流量測定を行うことができ、この時のガス流量とセンサ出力との関係は、図 7 (B) に示す曲線 C のように表され、これは図 4 (B) 中の曲線 C と略同じ特性曲線となるが、この場合には、抵抗体及びダミー抵抗体が 2 つから 4 つに増加した分だけ図 4 (B) の場合よりも、より大流量域までの測定が可能となる。従って、これにより、例えば 1 0 ~ 1 0 0 s c c m 程度の大流量域においてガス流量を精度良く測定することが可能となる。

#### 【0 0 4 2】

##### < 第 4 実施例 >

次に、本発明の第 4 実施例について説明する。

図 8 は本発明の流量センサの第 4 実施例の要部を示す回路構成図である。この第 4 実施例は、図 6 に示した上記第 3 実施例の変形例であり、ダミーセンサ管 6 6 側のダミー抵抗体群 6 8 を流量測定に用いる場合の回路構成の態様を広げたものである。

すなわち、上記各抵抗体 R 1 ~ R 4 の内の隣接する抵抗体同士の各接続点を選択するために、各接続点から引き出されたラインを選択する第 1 のスイッチ 8 0 を、図 6 中の第 2 の切替スイッチ 7 6 B に代えて設ける。尚、この選択枝には、最下流に位置する抵抗体 R 4 の出力ラインも含む。

また、各ダミー抵抗体 R 1' ~ R 4' の内の隣接する抵抗体同士の各接続点を選択するために、各接続点から引き出されたラインを選択する第 2 のスイッチ 8 2 を、最下流のダミー抵抗体 R 4' の出力ラインに設ける。尚、この選択枝には、このダミー抵抗体 R 4' の出力ラインも含む。

#### 【0 0 4 3】

さて、このように構成された装置において、小流量域及び中流量域の流量測定を行う場合には、図 6 にて説明したように実行すればよい。この時、第 1 及び第 2 のスイッチ 8 0、8 2 は共に①側に接続しておけばよい。

これに対して、例えば大流量域の流量測定を行う場合には、まず、先の第 3 実

施例と同様にスイッチ手段50を開状態とし、第1の切替スイッチ76Aを③側へ切り替える。そして、第1及び第2のスイッチ80、82を同期させて①～④側へ適宜切り替えて接続点を選択することにより様々な流量域にて測定を行うことができる。例えばスイッチ80、82を共に①側へ接続した時は抵抗体R1とR1'が使用され、②側へ接続した時は抵抗体R1、R2とR1'、R2'が使用され、③側へ接続した時は抵抗体R1～R3とR1'～R3'が使用され、④側へ接続した時は抵抗体R1～R4とR1'～R4'が使用されることになる。尚、上記④側の場合は、図6にて説明した大流量域を測定する場合に対応する。

#### 【0044】

尚、上記実施例では流量センサについて説明したが、これを流量測定器として用いる場合には、各センサにおいて得られた流量値を表示するための、例えばディスプレイ等の表示手段を追加的に加えて用いればよい。また、上記各流量センサを流量制御器（質量流量制御器）に用いる場合には、図9に示した流量制御器2の流量センサ5として、上記各流量センサを用いればよい。

また、上記各実施例において用いた流量域は、単に一例を示したに過ぎず、用いる各抵抗体や抵抗の抵抗値を適宜選択することにより、種々の流量域における精度の高い流量測定、或いは流量制御が可能となるのは勿論である。

また、各実施例における各スイッチ類、差動回路及び抵抗類等は半導体集積回路して形成できるのは勿論である。

#### 【0045】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、流体の流量を精度良く検出できる領域を拡大することができる流量センサ及び流量測定器を提供することができる。

また、流体の流量を精度良く制御できる領域を拡大することができる流量制御器を提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の流量センサの第1実施例の要部を示す回路構成図である。

##### 【図2】

第1実施例のガス流量とセンサ出力電圧（電位差）との関係を示すグラフである。

【図3】

本発明の流量センサの第2実施例の要部を示す回路構成図である。

【図4】

第2実施例のガス流量とセンサ出力電圧（電位差）との関係を示すグラフである。

【図5】

本発明の第2実施例の変形例を示す回路構成図である。

【図6】

本発明の流量センサの第3実施例の要部を示す回路構成図である。

【図7】

第3実施例のガス流量とセンサ出力電圧（電位差）との関係を示すグラフである。

【図8】

本発明の流量センサの第4実施例の要部を示す回路構成図である。

【図9】

ガス配管に介設された流量制御器を示す概略構成図である。

【図10】

流量制御器の流量センサを示す回路図である。

【図11】

半導体製造装置のガス管の配設構造を示す図である。

【図12】

ガス流量の変化を示すグラフである。

【符号の説明】

- 4   ガス管
- 6   流体通路
- 8   バイパス
- 12  流量制御弁

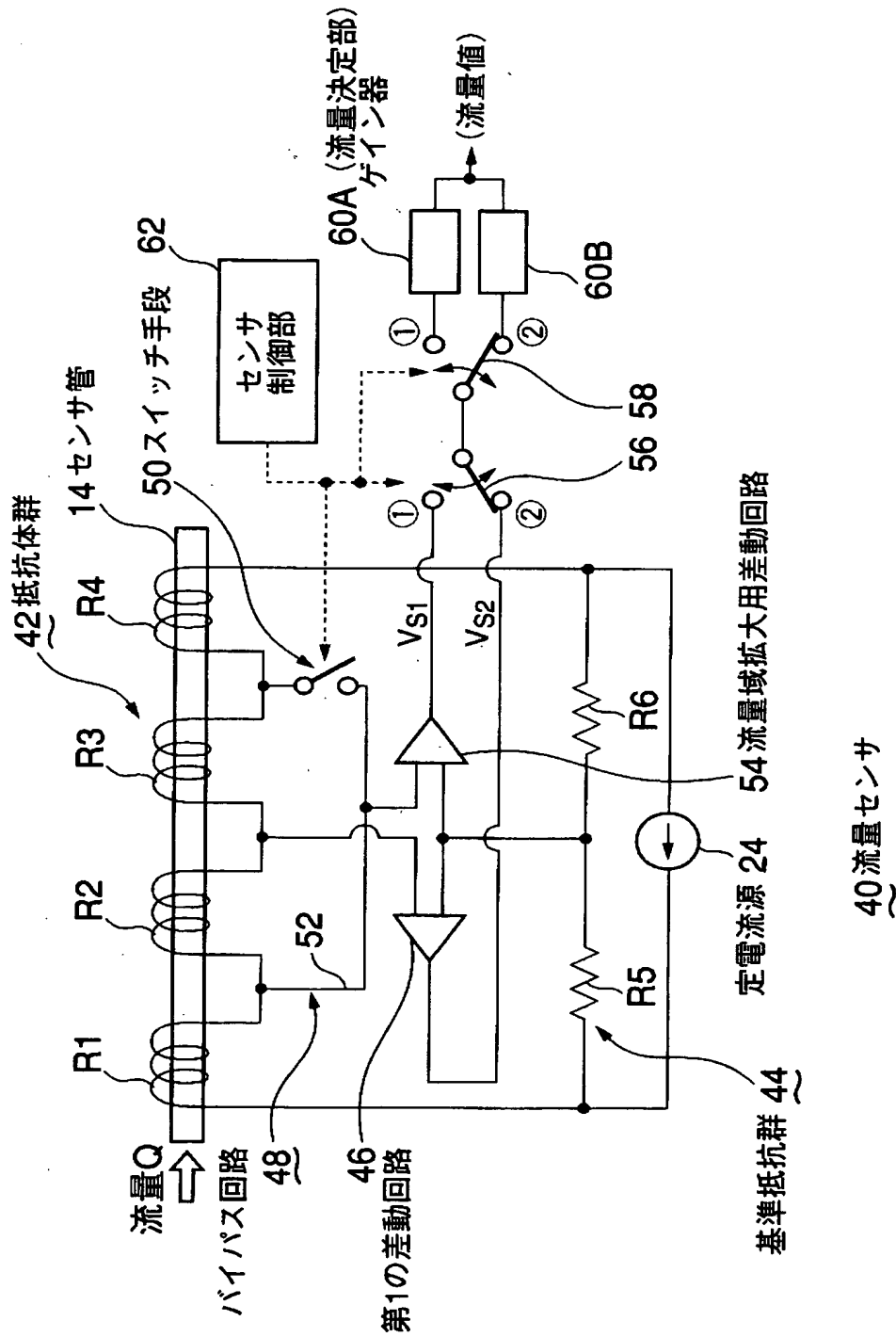


1 4 センサ管  
1 6 センサ回路  
2 0 アクチュエータ  
2 4 定電流源  
4 0 流量センサ  
4 2 抵抗体群  
4 4 基準抵抗群  
4 6 第 1 の差動回路  
4 8 バイパス回路  
5 0 スイッチ手段  
5 4 流量域拡大用差動回路  
6 0 A ゲイン器 (第 1 の流量決定部)  
6 0 B ゲイン器 (第 2 の流量決定部)  
6 0 C ゲイン器 (第 3 の流量決定部)  
6 2 流量域拡大測定手段  
6 4 抵抗体群  
6 6 ダミーセンサ管  
6 8 ダミー抵抗体群  
7 0 ダミー基準抵抗群  
7 2 ダミー用定電流源  
7 4 流量域拡大差動回路  
8 0 第 1 のスイッチ  
8 2 第 2 のスイッチ  
R 1 ~ R 4 抵抗体  
R 5、R 6 基準抵抗  
R 1' ~ R 4' ダミー抵抗体  
R 7、R 8 ダミー基準抵抗

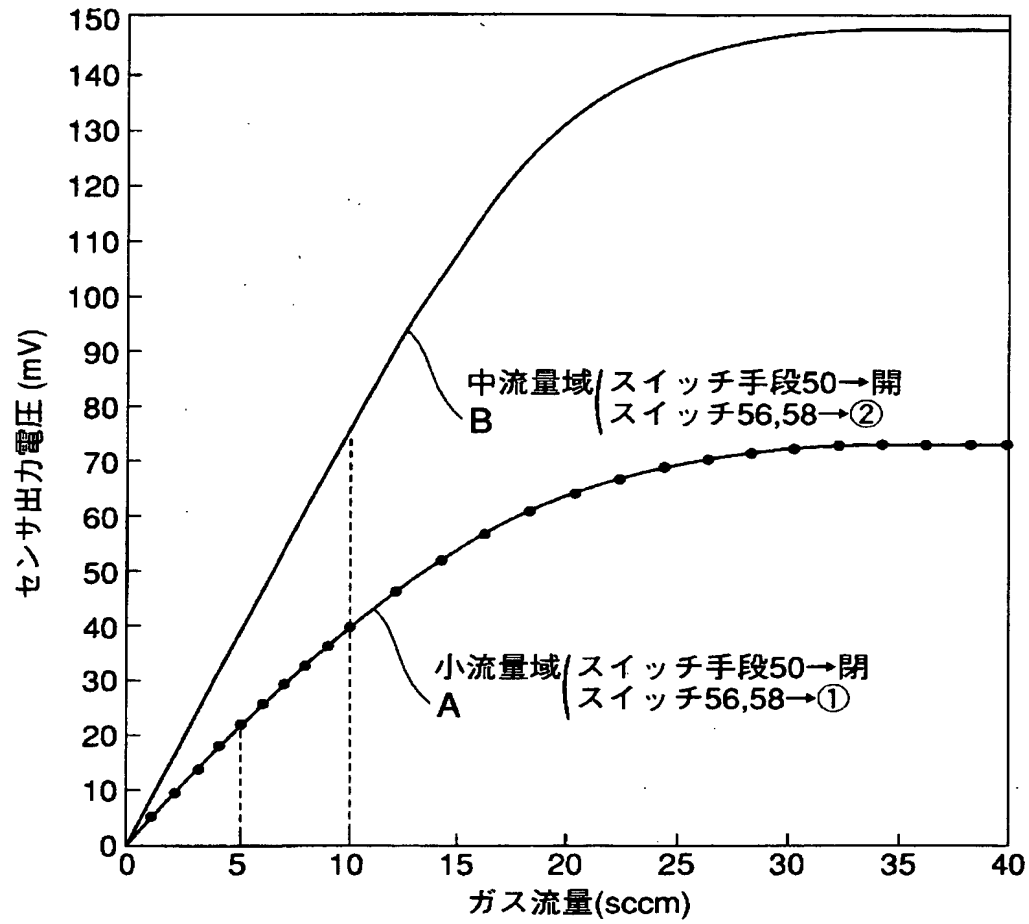
【書類名】

図面

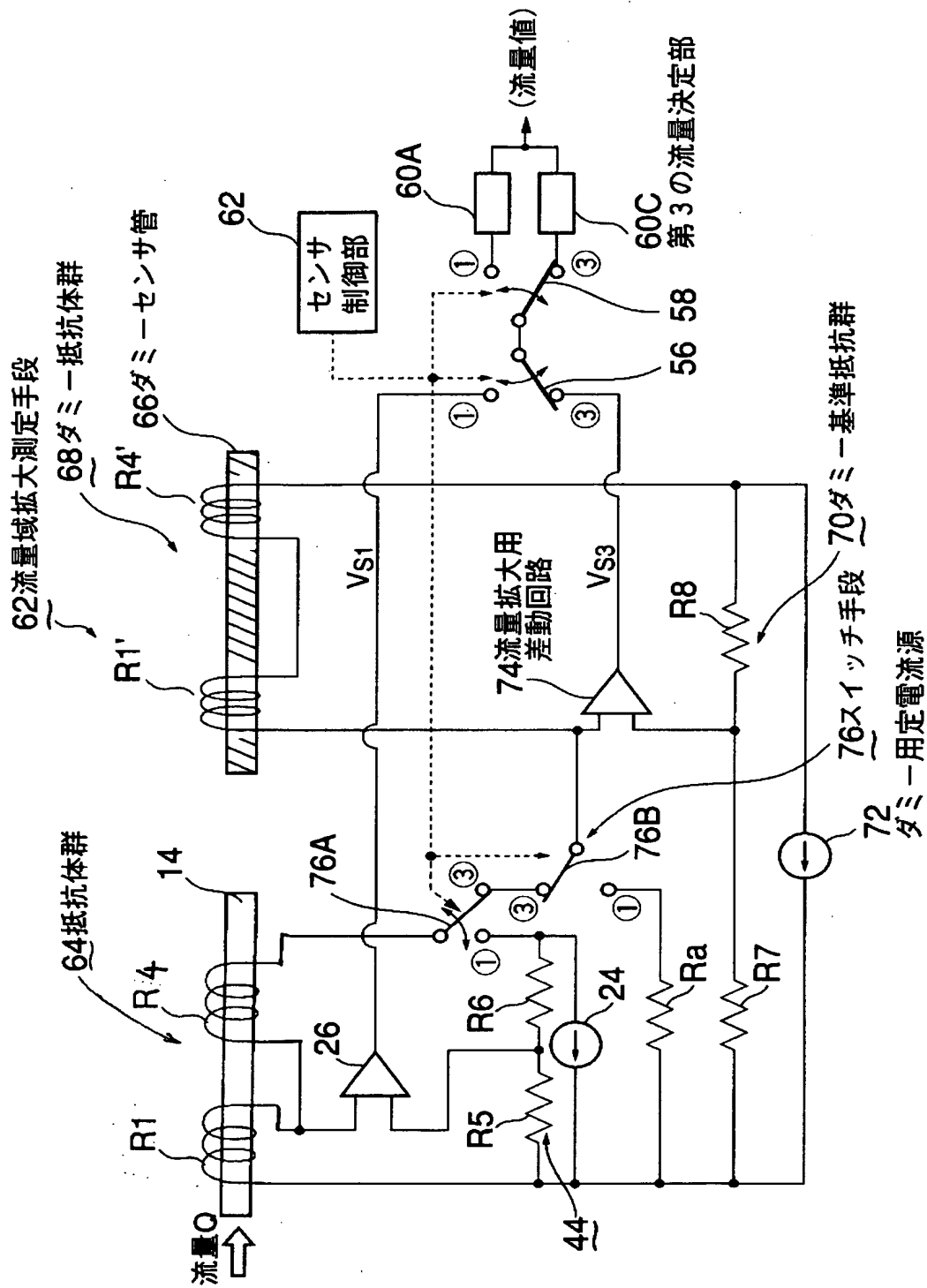
【図 1】



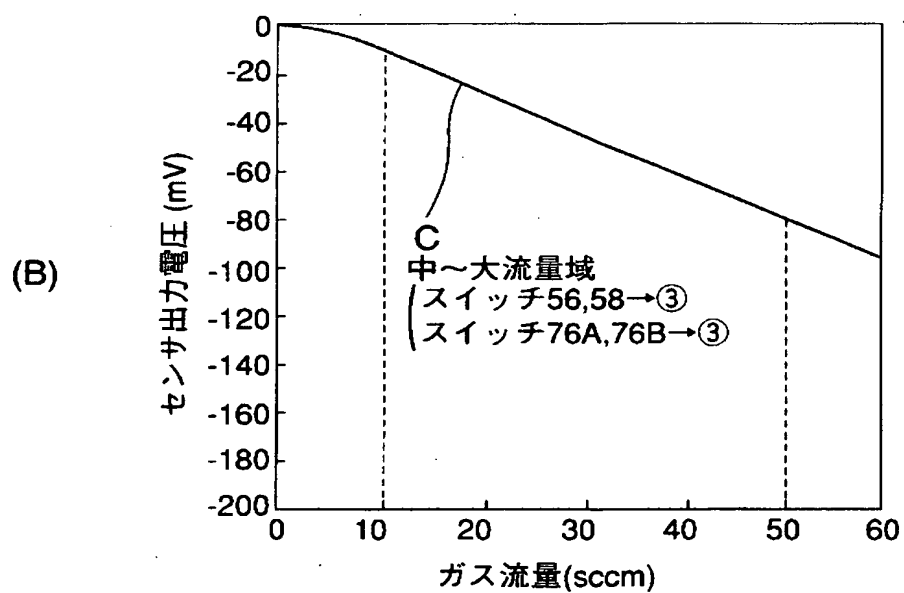
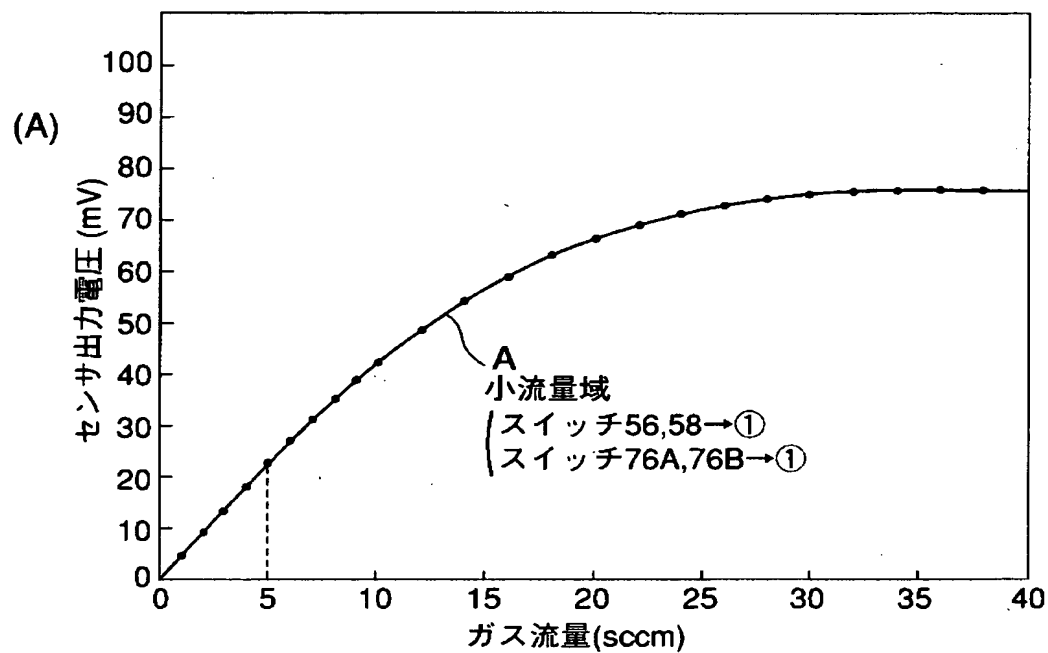
【図2】



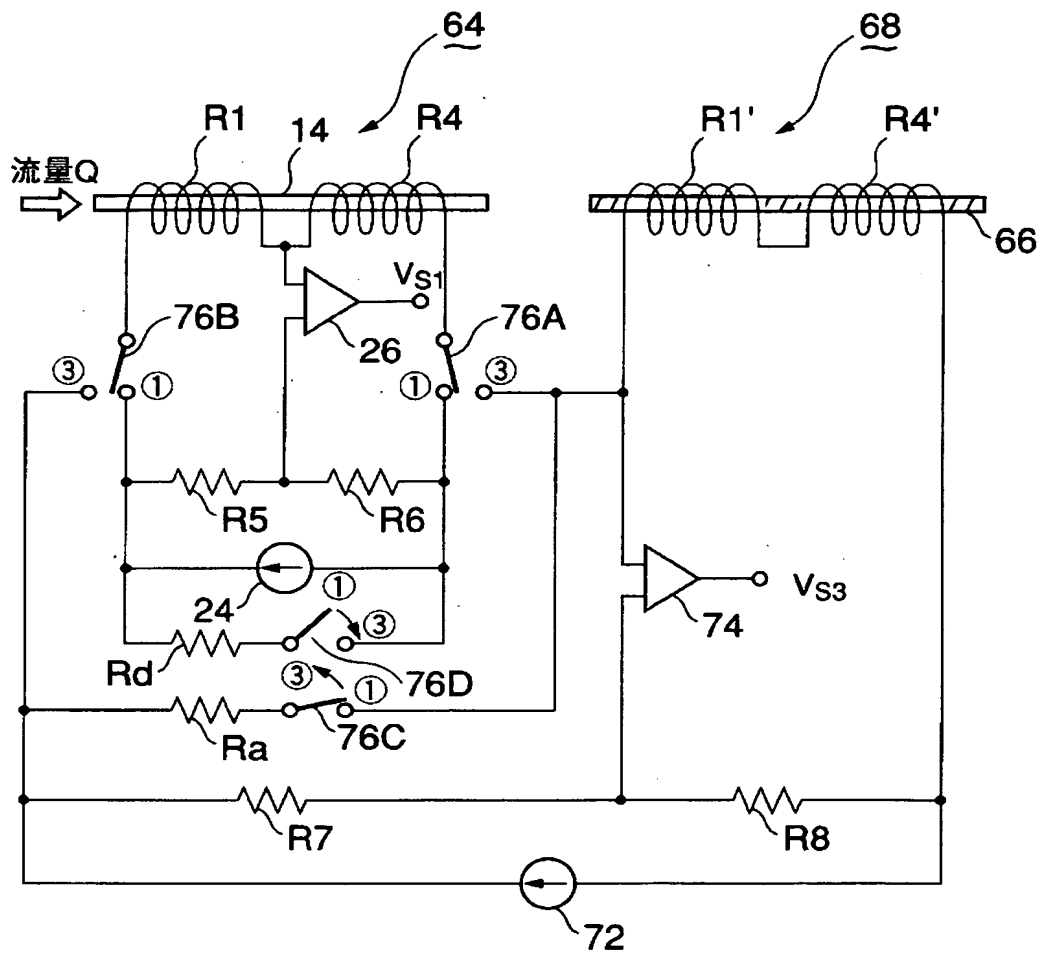
【図 3】



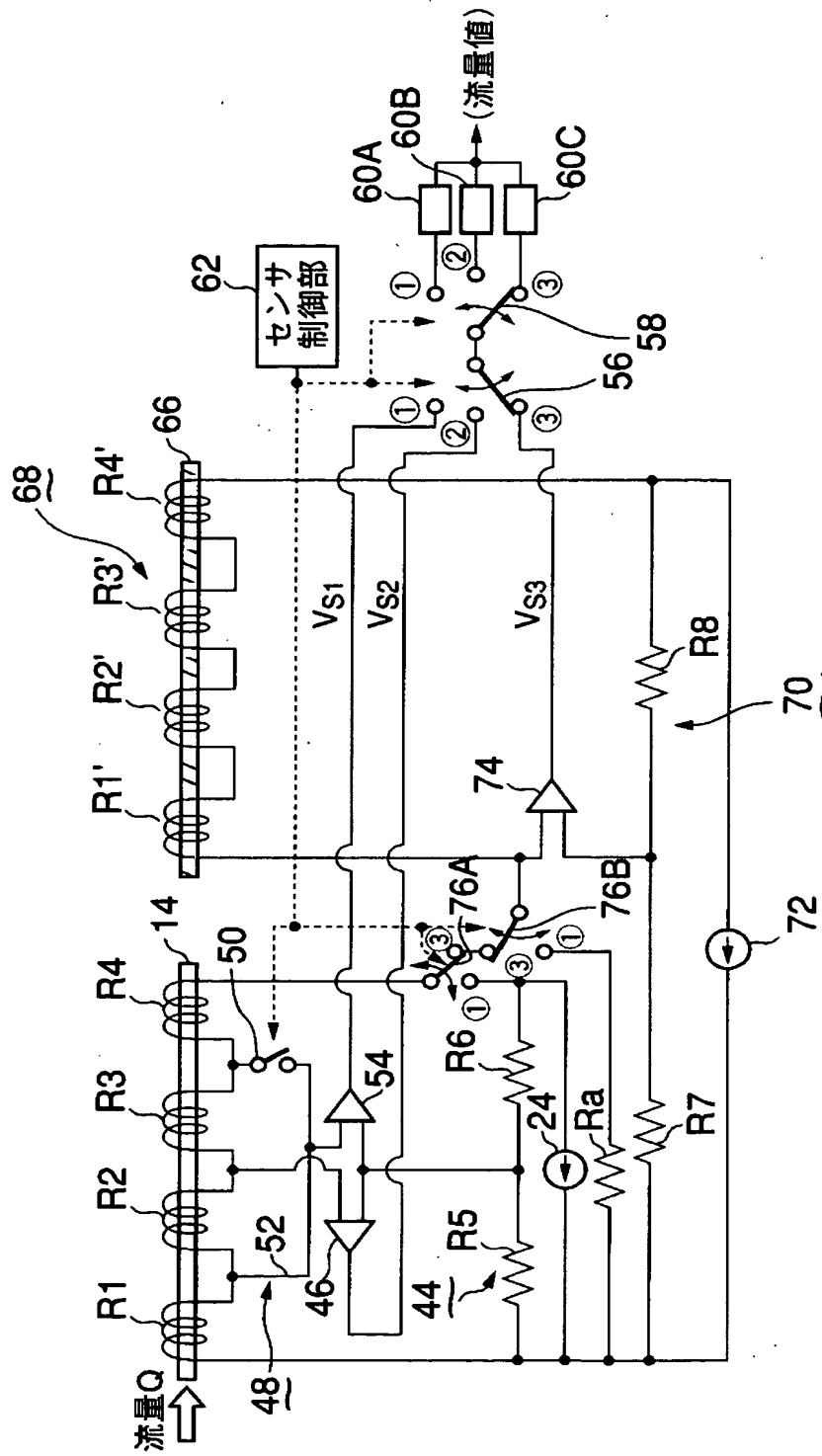
【図 4】



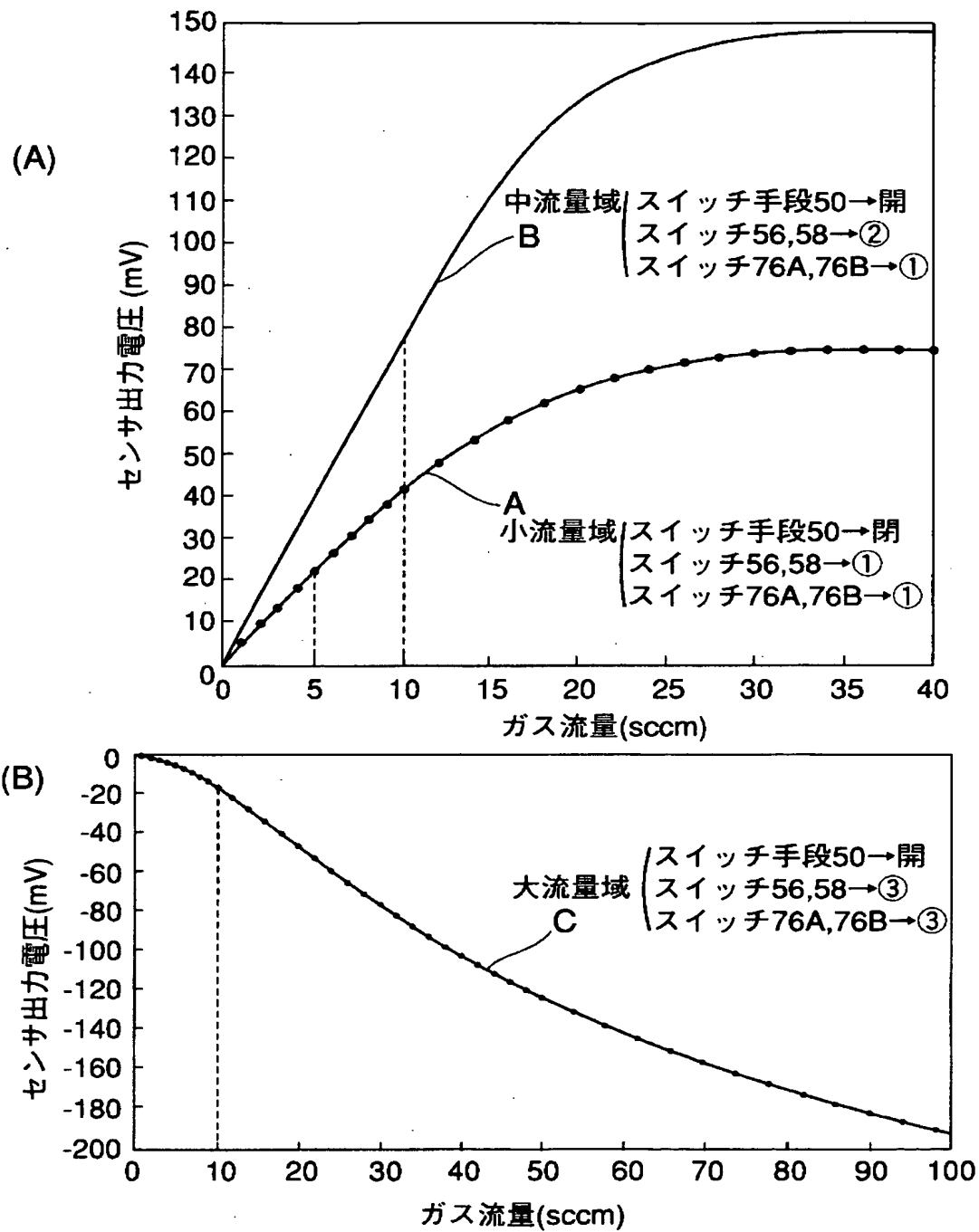
【図 5】



【図 6】

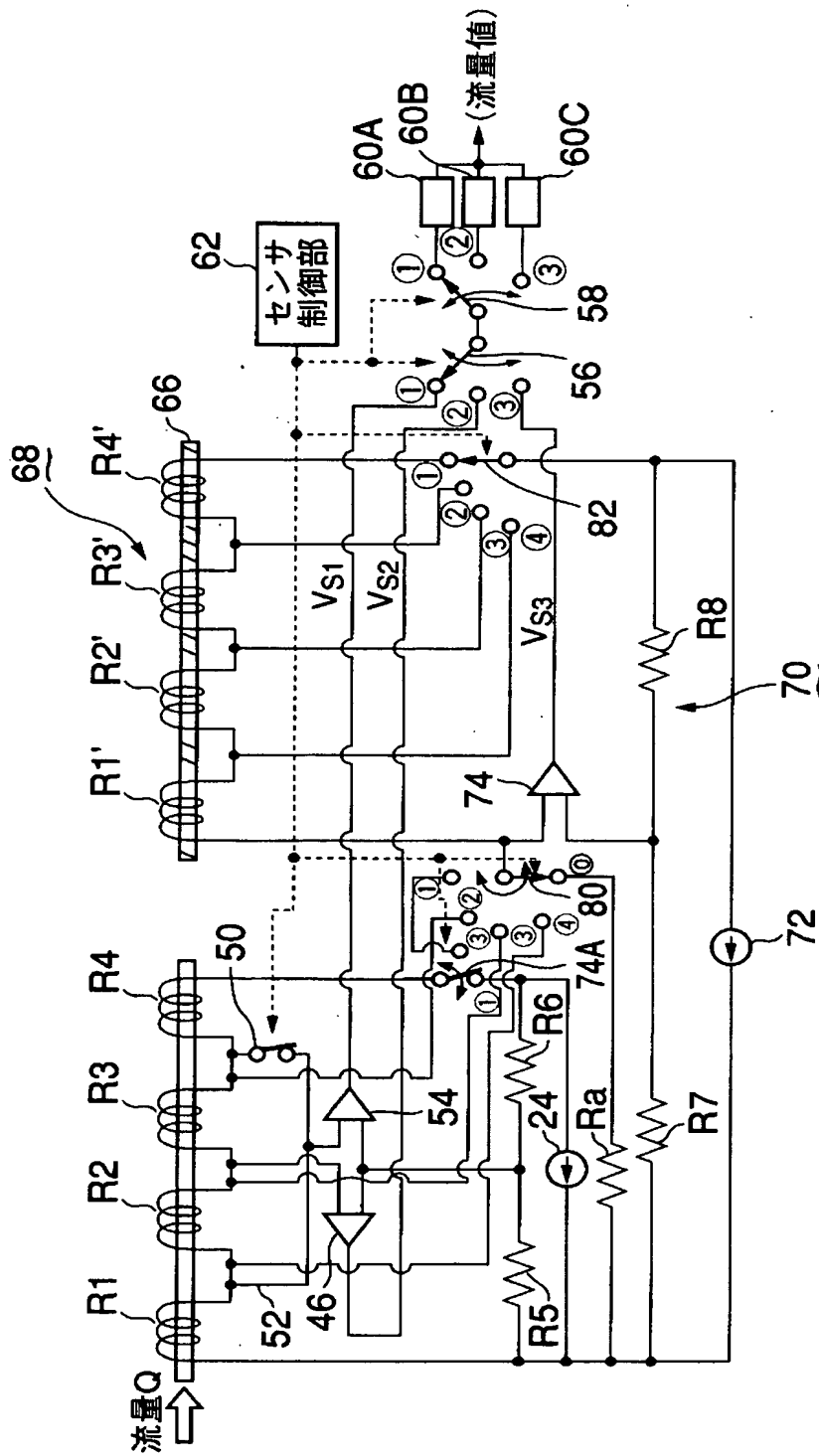


【図7】

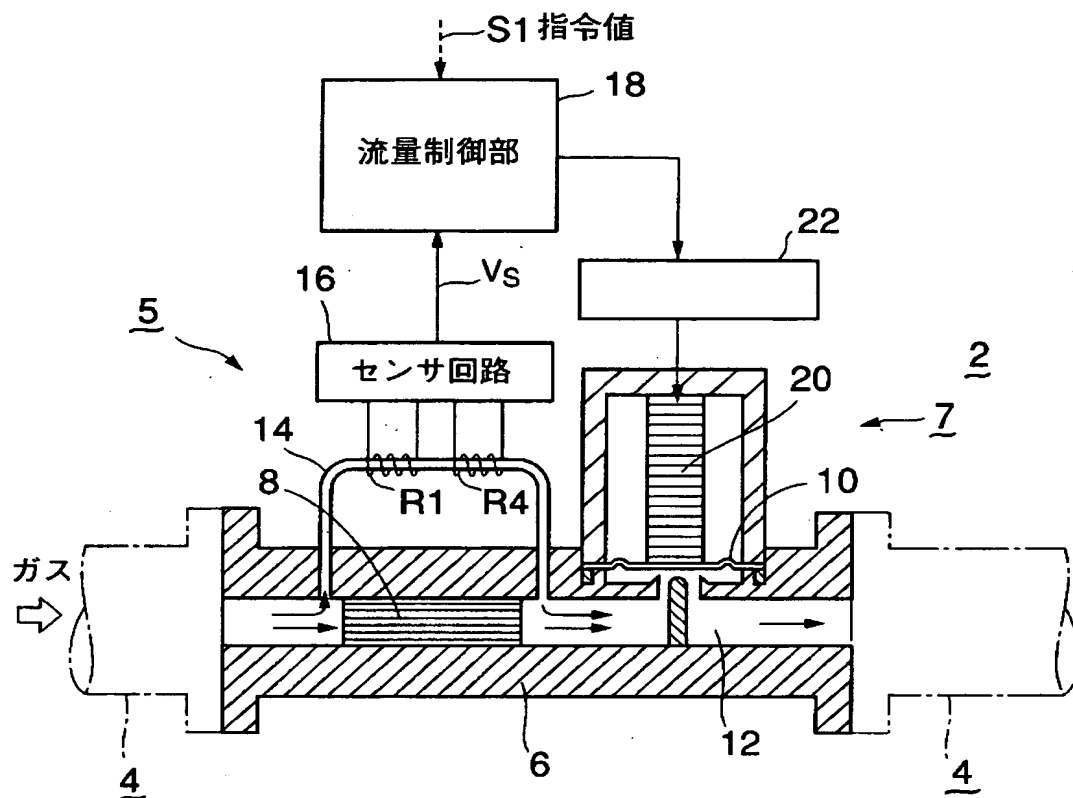




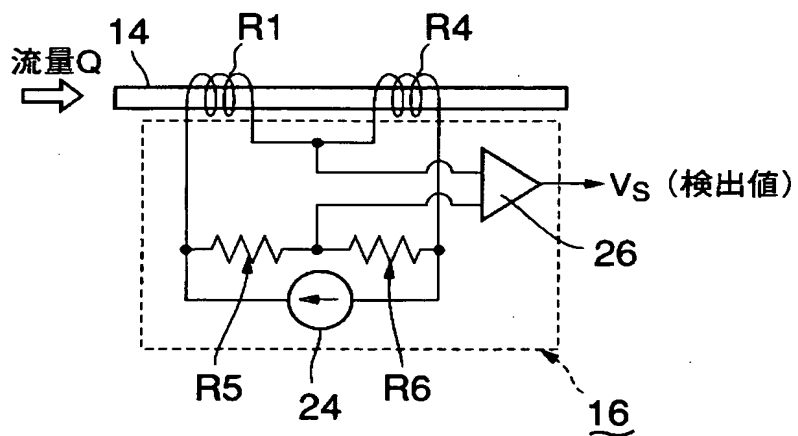
【図 8】



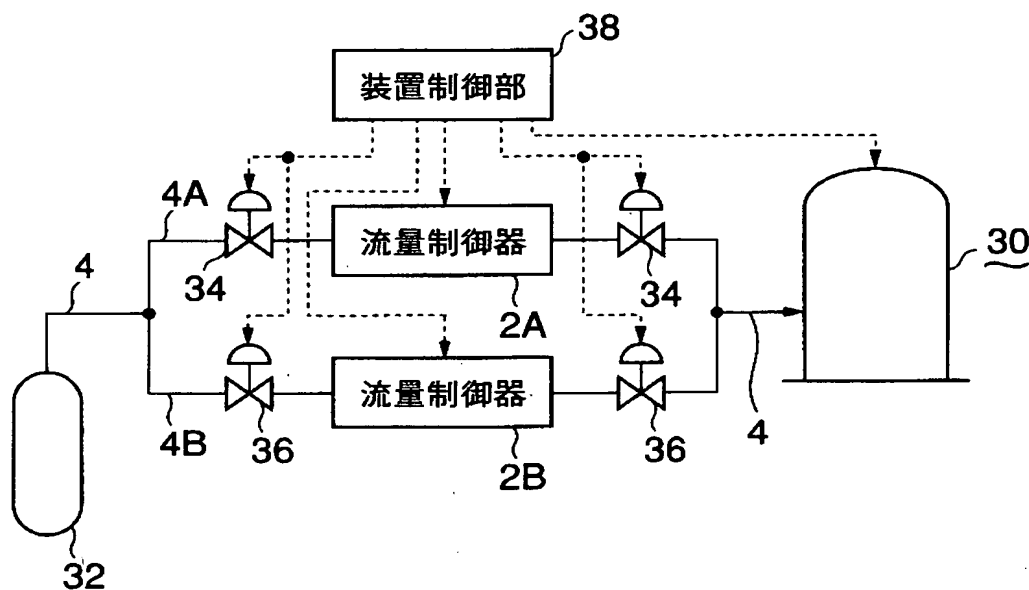
【図 9】



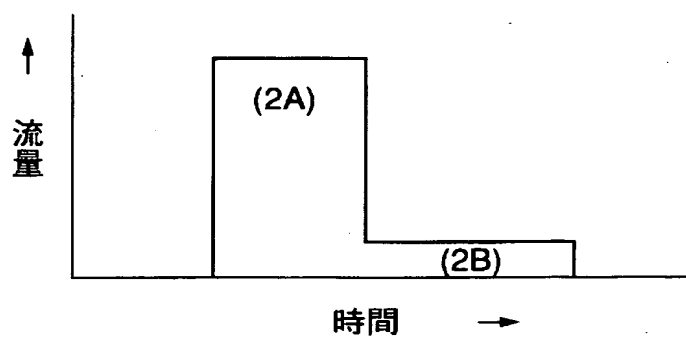
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 流体の流量を精度良く検出できる領域を拡大することができる流量センサを提供する。

**【解決手段】** センサ管 14 と、抵抗体 R1～R4 をセンサ管の長さ方向に沿って設けた抵抗体群 42 と、基準抵抗 R5、R6 よりなる基準抵抗群 44 と、一定の電流を流す定電流源 24 と、電位差を求める第 1 の差動回路 46 と、電位差に基づいて流体の流量を求める流量決定部 60A とを有する流量センサにおいて、流体を流さないダミーセンサ管 66 と、温度に応じて抵抗値が変化するダミー抵抗体 R1'～R4' を長さ方向に沿って取り付けしたダミー抵抗体群 68 と、ダミー基準抵抗群 70 と、一定の電流を流すダミー用定電流源 72 と、抵抗体群とダミー抵抗体群とを選択的に直列に接続するスイッチ手段 50 と、電位差を求める流量域拡大用差動回路 74 と、電位差に基づいて前記流体通路に流れる流体の流量を求める第 3 の流量決定部 60C とを備える。

**【選択図】** 図 3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 1 4 4 1 6
受付番号	5 0 2 0 1 0 8 3 3 4 6
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 4 年 7 月 2 4 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年 7月23日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 2 - 2 1 4 4 1 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 0 8 3 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 1 番 2 号

氏 名

日立金属株式会社

2. 変更年月日

1 9 9 9 年 8 月 1 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目 2 番 1 号

氏 名

日立金属株式会社